

EJU



DE00/00746

09/936155	
REC'D 08 JUN 2000	
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die Anmelderin INSTITUT FÜR CHEMO- UND BIOSENSORIK MÜNSTER e.V. in
Münster/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

#6
13 Feb 02
P. Tallo

"Infrarot-Gassensor und Verfahren zum Betreiben"

am 8. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.


Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
G 01 N 21/61 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 24. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

ktenzeichen: 199 10 104.3

Ebert

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)


Pfenning, Meinig & Partner GbR

Patentanwälte
European Patent Attorneys



Dipl.-Ing. J. Pfenning (-1994)
Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)
Dr.-Ing. A. Butenschön, München
Dipl.-Ing. J. Bergmann*, Berlin
Dipl.-Phys. H. Nöth, München
Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München
Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden
Dipl.-Phys. H. J. Kraus, München
* auch Rechtsanwalt

80336 München, Mozartstraße 17
Telefon: 089/530 93 36-38
Telefax: 089/53 22 29
e-mail: muc@pmp-patent.de

10707 Berlin, Kurfürstendamm 170
Telefon: 030/88 44 810
Telefax: 030/88136 89
e-mail: bln@pmp-patent.de

01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63
Telefon: 03 51/87 18 160
Telefax: 03 51/87 18 162

München,
08. März 1999
ICB-0102-CH99

INSTITUT FÜR CHEMO- UND BIOSENSORIK
MÜNSTER e.V.
Mendelstr.7
48149 Münster

Infrarot-Gassensor und Verfahren zum Betreiben

08.03.94

ICB-0102-CH99

1

Infrarot-Gassensor und Verfahren zum Betreiben

Infrarot-Gassensoren basieren auf dem Prinzip der selektiven Absorption von Infrarotstrahlung durch Gase. Das Wirkungsprinzip und die Betriebsweise der Infrarot-Gassensoren darf als bekannt vorausgesetzt werden.

Solche Gassensoren bestehen üblicherweise aus einer oder mehreren Strahlungsquellen, z.B. thermische Strahler wie Glühlampen, einer oder mehreren Absorptionsstrecken, wellenlängenselektivierenden Elementen (selektive Strahlungsfilter wie z.B. Interferenzfilter) und einem oder mehreren Strahlungsdetektoren, die das optische Signal in ein elektrisches Meßsignal umwandeln. Eine Vielzahl solcher Detektoren ist aus dem

Stand der Technik bekannt. Die am häufigsten benutzten Detektortypen sind unter anderem pyroelektrische, Halbleiter- (z.B. auf PbSe-Basis), thermophile und pneumatische Detektoren.

5

In optischen Gassensoren wird die Strahlungsquelle üblicherweise kontinuierlich (in Kombination mit einem Chopper) oder periodisch mit einer Pulsspannung betrieben. In beiden Fällen wird üblicherweise das Signal mittels einer phasensensitiven Elektronik (Lock-In-Technik) bzw. eines RMS-Wandlers erfaßt.

15

Die Erfindung betrifft einen Infrarot-Gassensor mit einer Energieversorgungseinrichtung zum Betrieb mindestens einer Strahlungsquelle mit Strom- oder Spannungsimpulsen, mit mindestens einem im Strahlengang angeordneten Meßraum, mit mindestens einem wellenlängenselektivierenden Element, mit mindestens einem ein elektrisches Meßsignal abgebenden Strahlungsdetektor und mit einer Schalteinrichtung zur Regelung der Pulsdauer der Strom- bzw. Spannungsimpulse. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Sensors.

20

25

Bei einem derartigen, aus der DE 30 43 332 A1 bekannten Gassensor wird die Pulsdauer in Abhängigkeit vom Maximalwert des Meßsignals am Ausgang des Meßwertempfängers gesteuert. Dabei wird vorgeschlagen, den Maximalwert aus dem Kurvenverlauf der Ansprechkurve bzw. des Meßsignals des Meßwertempfängers empirisch

30

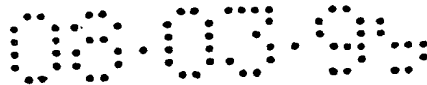
oder rechnerisch zu ermitteln und die Pulsdauer durch Unterbrechen der Energiezufuhr zum Temperaturstrahler derart zu steuern, daß der Maximalwert mit Sicherheit innerhalb der Pulsdauer liegt. Des weiteren wird vorgeschlagen, den Kurvenverlauf der Ansprechkurve mit einem Maximalwertdetektor zu überwachen, der bei Erreichen des Maximalwertes der Ansprechkurve die Energiezufuhr bzw. den Stromimpuls unterbricht. Mit diesem Gassensor läßt sich ein Puls-/Pausen-Verhältnis der Energiezufuhr von kleiner 1 und vorzugsweise von 0,1 bis 0,5 erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Gassensor zu schaffen, der einen reduzierten Stromverbrauch bei hoher Meßgüte aufweist.

Die Aufgabe wird in Bezug auf den Sensor durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 und in Bezug auf das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst. Die Unteransprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

Erfindungsgemäß wird demgemäß die Schalteinrichtung so gesteuert, daß die Pulsdauer kleiner ist als die Zeitdauer bis das Meßsignal das Maximum bei t_{MAX} erreicht hat. Dies kann dadurch erfolgen, indem die maximale Steigung des Detektorsignals

$$\left(\frac{dU_D(t)}{dt} \right)_{MAX}$$



7

als Meßwert herangezogen wird. Die maximale Steigung des Signals wird wesentlich schneller als dessen Maximalwert erreicht: $\tau' \ll \tau_{\text{MAX}}$. Daher kann die Einschaltzeit der Strahlungsquelle τ_0 in diesem Meßverfahren wesentlich kürzer sein ($\tau' \leq \tau_0 \ll \tau_{\text{MAX}}$), als in allen bisherigen. Das dadurch realisierbare Puls-/Pausenverhältnis liegt unter 0,01.

Der Abstand zwischen einzelnen Messungen kann je nach Sensordesign und Anwendungsprofil zwischen wenigen Sekunden und mehreren Minuten gewählt werden, wodurch eine Betriebsdauer ohne Batteriewechsel (z.B. übliche AA Batterien) von mehr als einem halben Jahr erreicht werden kann.

Eine andere Methode die Einschaltzeit der Strahlungsquelle zu verkürzen, ist die Messung des Detektorsignals zu einer bestimmten Zeit τ nach dem Einschalten der Strahlungsquelle als Sensorsignal zu benutzen, wobei diese Zeit τ kleiner als die Zeit des Erreichens des Maximalwerts des Detektorsignals τ_{MAX}

ist: $\tau < \tau_{\text{MAX}}$. Vorzugsweise liegt τ zwischen der Zeit des Erreichens des Maximalwerts der Steigung des Detektorsignals τ' und τ_{MAX} : $\tau' \leq \tau < \tau_{\text{MAX}}$. Als Meßwert zum Zeitpunkt τ kann man sowohl den momentanen Wert des Detektorsignals $U_D(\tau)$ als auch den momentanen

Wert dessen erster Ableitung benutzen

$$\left(\frac{dU_D(t)}{dt} \right)_{t=\tau}$$

5 Darüber hinaus ist es auch möglich, die Zeitdauer nach dem Einschalten des Strahlers in der ein bestimmtes Niveau des Detektorsignals U'' bzw. ein bestimmter Abstand vom Detektorsignal bei ausgeschaltetem Strahler (Offset) erreicht wird als Meßwert zu benutzen.

10 Die Zeitdauer bis zur Erreichung einer festgelegten Steigung des Detektorsignals kann ebenfalls als das Meßsignal benutzt werden.

15 Sehr vorteilhaft ist die Betriebsweise des Gassensors wenn die Maximalsteigung des Detektorsignals

$$\left(\frac{dU_D(t)}{dt} \right)_{MAX}$$

20 oder der Zeitpunkt in dem dieser Maximalwert erreicht wird τ' als Meßsignal benutzt wird. Hierbei kann die Maximalsteigung mit Hilfe eines Maximalwertdetektors ohne die Angabe des Meßzeitpunkts gemessen werden.

25 Den Zeitpunkt τ' kann man z.B. mit Hilfe eine Null-Durchgang-Detektors aus der zweiten Ableitung des Detektorsignals bestimmen.

Eine Messung des Integrals des Detektorsignals bis zu einem bestimmten Zeitpunkt τ , z.B. bis zum Maximum der Steigung des Detektorsignals τ' , ist eine weitere mögliche Meßmethode.

Vorzugsweise ist das ein Integral über einen Zeitintervall angefangen von dem Einschaltzeitpunkt der Strahlungsquelle ($t = 0$) bis zu einem bestimmten Zeitpunkt τ , der kleiner als die Pulsdauer ist $\tau < \tau_0$:

$$\int_0^{\tau} U_D(t) dt .$$

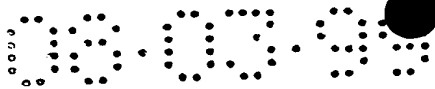
Natürlich können auch mehrere der oben beschriebenen Methoden und Meßwerte (z.B.

$$\left(\frac{dU_D(t)}{dt} \right)_{MAX}$$

und τ') zur Erhöhung der Sensitivität bzw. der Fehlersicherheit miteinander kombiniert werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Infrarotgassensors, wie er vorstehend ausführlich erläutert worden ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird so durchgeführt, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls so abgeschaltet



wird, daß die Pulsdauer kleiner als die zur Erreichung des Maximums (τ_{MAX}) des Meßsignals des/der Strahlungsempfänger benötigte ist. Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens bestehen darin, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls nach einer Zeit $t = \tau$ abgeschaltet wird, wobei τ zwischen $t = 0$ des Strom- bzw. Spannungsimpulses und τ_{MAX} liegt. Ganz besonders bevorzugt ist es hierbei, wenn der Strom- bzw. Spannungsimpuls beim Maximalwert der 1. Ableitung des Meßsignals innerhalb der Pulsdauer abgeschaltet wird. Aber auch alle vorstehend bei dem Sensor erläuterten Ausführungsformen können beim erfindungsgemäßen Verfahren benutzt werden.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren hat noch weitere Vorteile. So ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, auf verschiedene Art und Weise die Gaskonzentration zu ermitteln. So kann die Gaskonzentration bestimmt werden aus dem Wert der 1. Ableitung des Meßsignals zu einem bestimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist oder bei einem Wert der N. Ableitung ($N > 1$) des Meßsignals zu einem bestimmten

25 Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist. Die Gaskonzentration kann weiter bestimmt werden aus dem Wert des Integrals des Meßsignals über einen Zeitintervall, angefangen von dem Einschaltzeitpunkt $t = 0$ bis zu einem bestimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist. Auch die 1. Ableitung kann für die Bestimmung der Gaskonzentration verwendet werden.

08.03.99

11

ICB-0102-CH99

8

Weitere bevorzugte Ausführungsformen zur Bestimmung der Gaskonzentration sind in den Ansprüchen 16 bis 19 angegeben.

- 5 In Figur 1 ist ein typischer Signalverlauf für einen pyroelektrischen Detektor dargestellt.

Hierbei wurde zum Zeitpunkt $t = 0$ die Strahlungsquelle eingeschaltet. Die Kurve 1 gibt den Verlauf des Ausgangssignals des Detektors (minus Offset) wieder. Die Kurven 2 und 3 zeigen den Verlauf der ersten bzw. der zweiten Ableitung.

Patentansprüche

- 5 1. Infrarot-Gassensor mit einer Energieversorgungs-
einrichtung zum Betrieb mindestens einer Strah-
lungsquelle mit Strom- oder Spannungsimpulsen,
mit mindestens einem im Strahlengang an-
geordneten Meßraum, mit mindestens einem wellen-
längenselektivierenden Element, mit mindestens
einem ein elektrisches Meßsignal abgebenden
Strahlungsdetektor und mit einer Schalteinrich-
tung zur Regelung der Pulsdauer der Strom- bzw.
Spannungsimpulse,

15 dadurch gekennzeichnet ,

20 daß die Schalteinrichtung Mittel zur Einstellung
der Pulsdauer aufweist und daß die Schaltung so
erfolgt, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls so
abgeschaltet wird, daß die Pulsdauer kleiner als
die zur Erreichung des Maximums (τ_{\max}) des
Meßsignals des/der Strahlungsempfänger benötigte
ist.

- 25 2. Infrarot-Gassensor nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß der Strom- bzw. Spannungsim-
puls nach einer bestimmten Zeit $t = \tau$ abgeschal-
tet wird, wobei die Zeit τ zwischen dem
Einschaltzeitpunkt $t = 0$ des Strom- bzw. Span-
nungsimpulses und τ_{\max} liegt.

30

3. Infrarot-Gassensor nach mindestens einem der
Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die Abschaltung erfolgt, wenn ein bestimmter

Meßsignalwert innerhalb der Pulsdauer erreicht ist.

-
- 5 4. Infrarot-Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltung erfolgt, wenn ein bestimmter Wert der 1. Ableitung des Meßsignals innerhalb der Pulsdauer erreicht ist.
- 10 5. Infrarot-Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltung erfolgt, wenn der Maximalwert der 1. Ableitung des Meßsignals innerhalb der Pulsdauer erreicht ist.
- 15 6. Infrarot-Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltung erfolgt, wenn ein bestimmter Wert des Integrals des Meßsignals über einen Zeitintervall, angefangen von dem Einschaltzeitpunkt $t = 0$ innerhalb der Pulsdauer erreicht ist.
- 20 7. Infrarot-Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung so betrieben wird, daß sich ein Puls-/Pausenverhältnis kleiner als 0,01 einstellt.
-
- 25 8. Verfahren zum Betrieb eines Infrarot-Gassensors nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls so abgeschaltet wird, daß die Pulsdauer kleiner als die zur Erreichung des
- 30

Maximums (τ_{\max}) des Meßsignals des/der Strahlungsempfänger benutzt ist.

-
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls nach einer bestimmten Zeit $t = \tau$ abgeschaltet wird, wobei τ zwischen $t = 0$ des Strom- bzw. Spannungsimpulses und τ_{\max} liegt.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom- bzw. Spannungsimpuls beim Erreichen des Maximalwerts der 1. Ableitung des Meßsignals innerhalb der Pulsdauer abgeschaltet wird.
- 15 11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Wert des Meßsignals zu einem bestimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist, benutzt wird.
- 20 12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Wert der 1. Ableitung des Meßsignals zu einem bestimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist, benutzt wird.
-
- 25 13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Wert einer N. Ableitung ($N > 1$) des Meßsignals zu einem be-
- 30

08.03.99

15

ICB-0102-CH99

4

stimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist, benutzt wird.

-
- 5 14. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Wert des Integrals des Meßsignals über einen Zeitintervall angefangen von dem Einschaltpunkt $t = 0$ bis zu einem bestimmten Zeitpunkt $\tau_{\text{meß}}$, der kleiner als die Pulsdauer ist, benutzt wird.
- 15 15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Maximalwert der 1. Ableitung des Meßsignals benutzt wird.
- 20 16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration mindestens ein der Zeitpunkte, bei dem ein bestimmter Wert des Meßsignals, der N.Ableitung ($N \geq 1$) des Meßsignals oder des Integrals des Meßsignals erreicht wird, benutzt wird.
- 25 17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Zeitpunkt, bei dem der Maximalwert der 1. Ableitung des Meßsignals erreicht wird, benutzt wird.
-
- 30 18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration der Zeitpunkt des

00-00-94

16

ICB-0102-CH99

5

ersten Nulldurchgangs der 2. Ableitung des Meßsignals erreicht wird, benutzt wird.

5

-
19. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Gaskonzentration eine Kombination der Meßwerte nach mindestens zwei der Ansprüche 8 bis 15 benutzt wird.
-

08.03.99

17

1/1

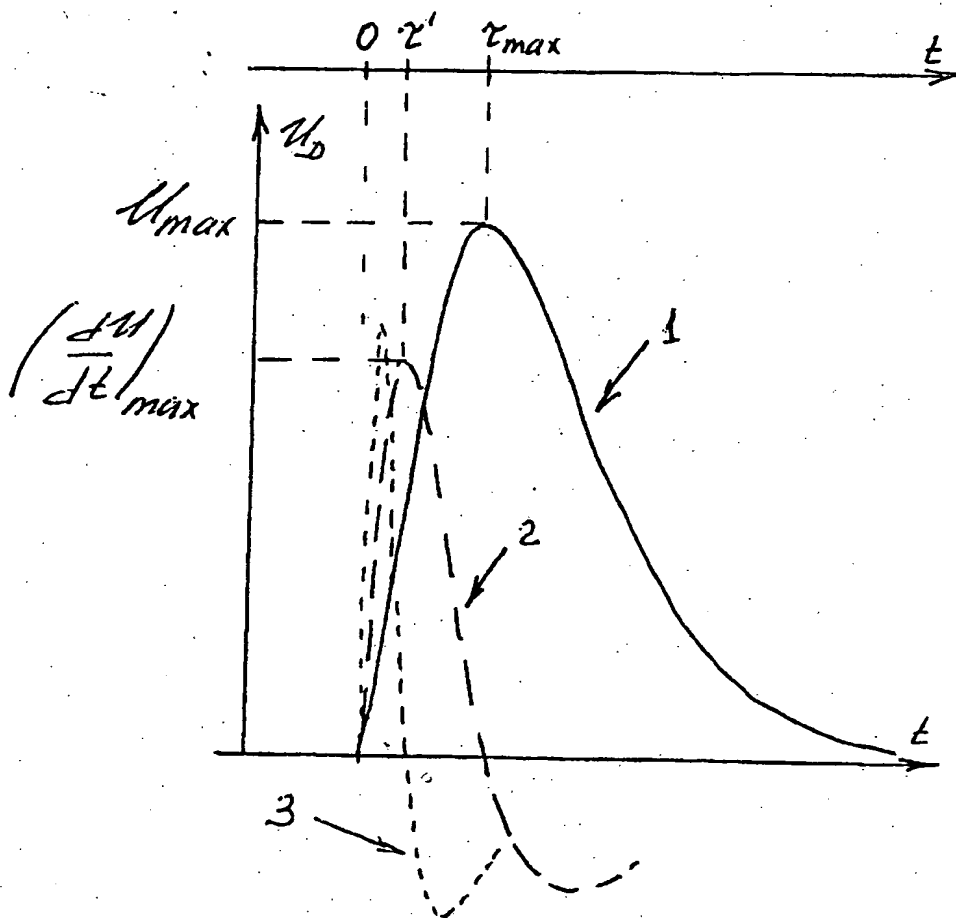


Fig. 1